



Actes des journées coton du Cirad

Montpellier, du 17 au 21 juillet 2000

**Programme Coton
Cirad-ca**



Héritabilité de caractères définis par *plant mapping* final

LANÇON, Jacques^{1,2}; SEKLOKA, Emmanuel¹; HOUGNI, Alexis¹; DJABOUTOU, Mossibaou¹

¹ CIRAD-CA, Programme Coton, PARAB, 01 BP 715, Cotonou, Bénin

² INRAB-RCF, PARAB, BP 172, Parakou, Bénin

1 Introduction

Les variables de *plant mapping* ont été utilisées pour décrire la production d'une plante ou d'une culture de cotonniers en vue du pilotage de cette culture. Mais leur déterminisme génétique est mal connu et on ne sait pas si elles sont pertinentes pour l'amélioration génétique du cotonnier.

Dans un essai d'évaluation précoce de la productivité (Lançon *et al*, 2000b), 3 croisements ont été choisis pour étudier l'hérédité de ces variables.

2 Matériel et méthodes

Le dispositif, les bases génétiques et l'interprétation statistique d'un EEP ont été présentés en détail dans Lançon *et al* (2000c).

On rappellera seulement que l'essai est conduit sur la station d'Okpara dans la partie Nord de la zone cotonnière. Le dispositif statistique retenu est en blocs complets à 3 répétitions. Chaque parcelle élémentaire inclut une ligne de 6 m de longueur et de 20 poquets, ce qui correspond à une densité de 0,8 x 0,3 m, soit, après démariage à 1 plant, 42.000 plants/ha théoriques.

2.1 Matériel génétique

6 génotypes ont été utilisés comme parents (tab. 1). Ce sont des variétés ou des lignées originaires d'Afrique de l'Ouest (Côte-d'Ivoire/Togo, Bénin, Mali, Sénégal), mais aussi une obtention du CIRAD au Costa-Rica et une variété du CSIRO en Australie.

Tab. 1.- Variétés ou lignées en essai.

Dénomination	Origine	Structure
H 279 A	Re-sélection de STAM F (Togo)	Lignée
H 279-1	“	”
Nta 88-6	Mali	Variété
O 532-598	Centrafrique	Variété
Cs 189	Australie	Lignée
Cr 93-485 <i>Okra</i>	Costa-Rica	“

Ces parents ont été choisis de manière à maximiser la variabilité pour les caractères morphologiques (tab. 2). On note par exemple, pour un même niveau de rendement, les

écarts importants entre Cs 189 (117 cm de taille et 77% de précocité) et O 532-598 (177 cm et 45%).

Tab. 2 - Description des parents (ordonnés par niveau de rendement) dans l'essai.

Génotype	Dens (mp/ha)	Pilo (0-4)	OPCM (jal)	Préco (R1 %)	Rdt (kg/ha)	RE (%)	SI (g/100)	Taille (cm)	NBV	V (%)
H 279A	27,1	2,1	124	41	1657	48,2	7,0	162	2,3	12
H 279-1	26,4	3,1	125	45	1590	46,8	8,0	161	3,5	21
Nta 88-6	25,6	2,9	121	51	1573	44,6	7,3	151	2,4	20
O 532-598	22,1	3,5	123	45	1513	44,8	8,2	177	2,9	24
Cs 189	25,7	1,3	116	77	1485	46,1	7,1	117	2,9	25
CR 93-485 Okra	18,1	3,1	125	44	799	42,0	8,1	180	2,8	15

Dens : à la récolte (en milliers de poquets par hectare) ; Pilo : pilosité de feuille ; OPCM : date d'ouverture de la première capsule ; Préco : R1/RT ; Rdt : rendement ; RE : rendement à l'égrenage ; SI : poids de 100 graines ; NBV : nombre de branches végétatives ; V : pourcentage de capsules portées par les branches végétatives.

Trois croisements ont été réalisés. Dans chacun des trois croisements, seules les lignées ayant une densité suffisante ont été retenues (15 à 25 pour chacun) et décrites suivant les procédures de *plant mapping* final.

2.2 Variables analysées

On en trouvera une description précise dans Sêkloka *et al* (2000).

2.3 Paramètres génétiques

L'analyse de la variance, au niveau de chaque croisement puis au niveau global de tout l'essai permet de structurer la variabilité et d'en extraire quelques prédictors de la réponse à la sélection, en particulier les variances inter lignées F3, notée s^2_{BI} , et la part de la variance génétique additive (A) mesurée par l'héritabilité du caractère et par le ratio de la racine de la variance additive à la moyenne du croisement noté $CV_A (= A^{1/2} / m)$.

Même en l'absence d'effet lignée, l'héritabilité a été estimée pour un grand nombre de caractères, mesurés directement ou obtenus par calcul, comme le rapport de la variance génétique additive (A) à la variance totale (A + E).

3 Résultats

3.1 Les croisements

3.1.1 Productivité et mensurations

Le plus productif de ces trois croisements est aussi celui qui a eu la meilleure levée tout en étant le plus développé végétativement (grande taille et grandes branches). La dernière de ses capsules, ou *cut out* estimé, se situe à un niveau significativement inférieur à celui du croisement le moins productif (tab. 3).

Les deux autres croisements ne se démarquent pas très nettement l'un de l'autre, ni pour la productivité ni pour les autres caractères.

Tab. 3.- Productivité et mensurations

Croisements	Dens Mp/ha	Préco %	Rdt Kg/ha	Taille Cm	HPBF Cm	NNSB	NBV	LBV Cm	NBF	LBF Cm	HNR Cm	COe
H 279A x O 532-598	29,2 ^a	39	2495 ^a	138 ^a	28,6 ^a	3,8	2,8 ^b	85 ^a	17,6	45	4,8	4,4 ^b
H 279-1 x Cs 189	27,5 ^b	41	2158 ^b	122 ^c	25,5 ^b	3,6	2,7 ^b	76 ^b	17,2	43	4,5	4,1 ^b
Nta 88-6 x Cr 93-485	26,7 ^b	44	2089 ^b	129 ^b	29,3 ^a	3,6	3,4 ^a	78 ^b	17,0	41	4,6	5,2 ^a

Dens : à la récolte (en milliers de poquets par hectare) ; Préco : R1/RT ; Rdt : rendement ; HPBF : hauteur de première branche fructifère ; NNSB : nombre de nœuds sans branche au dessus du nœud cotylédonaire ; NBV : nombre de branches végétatives ; LBV : longueur de la plus longue branche végétative ; NBF : nombre de branches fructifères ; LBF : longueur de la plus longue branche fructifère ; HNR : longueur d'entre-nœuds ; Coe : cut-out estimé.

Les moyennes affectées d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil 0,05.

3.1.2 Sites de floraison

Le premier croisement a le plus grand nombre de sites sur branches fructifères. Son centre de floraison, ou diagonale 50%, est aussi le plus haut et les premières positions représentent une proportion sensiblement plus faible que chez les deux autres.

Le croisement avec Nta 88-6 présente un développement un peu supérieur des branches végétatives, en nombre mais pas en longueur. En compensation, il a moins de sites sur branches fructifères. La réduction de sites liée à l'effet de compétition entre génotypes voisins, qui est mesurée par l'indice de compétition, paraît également plus forte dans ce croisement..

Tab. 4.- Sites de floraison

Croisements	SBV	SBF	SP1 %	D 50%	SBV %	Ic %
H 279A x O 532-598	21,8 ^b	47,7 ^a	37,7 ^c	4,8 ^a	31,1 ^b	44,8 ^b
H 279-1 x Cs 189	20,9 ^b	43,6 ^b	39,8 ^b	4,5 ^b	32,2 ^b	46,8 ^b
Nta 88-6 x Cr 93-485	26,6 ^a	40,8 ^c	42,2 ^a	4,4 ^b	39,1 ^a	49,2 ^a

SBV : nombre de sites sur les branches végétatives ; SBF : nombre de sites sur les branches fructifères ; %SP1 : pourcentage des sites de branche fructifère en position 1 ; D 50% : nombre de diagonales représentant 50% des sites ; SBV : pourcentage des sites sur branches végétatives ; Ic : Indice de compétition.

3.1.3 Capsules

Le nombre de capsules, tant sur branches fructifères que total, est supérieur chez le croisement le plus productif.

Tab. 5.- Capsules

Croisements	CBV	CBF	CP1 %	C10P1 %	CBV %	Pmc g	If %
H 279A x O 532-598	4,5 ^a	13,9 ^a	56,4 ^b	43,4 ^b	23,0 ^b	4,65	69,0 ^b
H 279-1 x Cs 189	3,7 ^b	12,8 ^b	58,0 ^b	45,5 ^b	21,5 ^b	4,76	68,4 ^b
Nta 88-6 x Cr 93-485	4,6 ^a	11,2 ^c	61,5 ^a	52,7 ^a	27,5 ^a	4,96	75,2 ^a

CBV : nombre de capsules portées par les branches végétatives ; CBF : nombre de capsules portées par les branches fructifères ; %CP1 : pourcentage de capsules en position 1 de branche fructifère ; %C10P1 : pourcentage de capsules en position 1 sur les 10 premières branches fructifères ; %CBV : pourcentage de capsules portées par les branches végétatives ; Pmc : poids moyen capsulaire (non analysé) ; If : indice de fructification ou pourcentage de capsules dans la première moitié des sites.

Quant au croisement avec Nta 88-6, moins productif, il présente le plus grand pourcentage de capsules en première position et sur branches végétatives, les plus grosses capsules et une répartition plutôt basse (75% dans la moitié la plus précoce des sites).

3.1.4 Rétention

Parmi les variables de rétention qui ont été conservées, quatre sont discriminantes, mais elles ne suffisent probablement pas à expliquer les écarts de rendement. On retiendra cependant que les différences sont plus sensibles sur les branches végétatives et sur les sites tardifs de la plante.

Tab. 6.- Rétention

Croisements	RBFC %	RBV %	RBF %	RP1 %	R50%Sb %	R50%Sh %
H 279A x O 532-598	57 ^a	20,1 ^a	29,5	43,9 ^a	40,8	18,2 ^a
H 279-1 x Cs 189	56 ^a	17,2 ^b	29,4	43,1 ^a	40,3	18,5 ^a
Nta 88-6 x Cr 93-485	52 ^b	16,9 ^b	27,7	40,1 ^b	41,3	14,1 ^b

RBFC : pourcentage de branches fructifères portant au moins une capsule ; RBV : pourcentage de sites sur les branches végétatives ayant produit des capsules ; RBF : pourcentage de sites sur les branches fructifères ayant produit des capsules ; RP1 : pourcentage de sites en position 1 de branche fructifère ayant produit des capsules ; R50%Sb : taux de rétention sur la moitié inférieure des sites ; R50%Sh : taux de rétention sur la moitié supérieure des sites.

3.2 Variances

De toutes les variances calculées, la variance intra lignées, qui n'est pas indiquée ici, est toujours d'assez loin la plus importante. Toutes ces variables ont donc une composante environnementale prédominante, même si l'hétérozygotie résiduelle est encore assez élevée.

3.2.1 Mensurations

Les résultats portant sur les variables mieux connues, rendement à l'égrenage et rendement, ont été rappelés comme référence.

On n'observe aucune composante génétique significative de la variance pour le nombre de nœuds sans branche ou le nombre de branches fructifères (tab 7).

Dans les deux cas restants, la composante inter croisements est plus forte que la composante inter lignées, bien que les deux soient simultanément significatives pour le nombre de branches végétatives, ce qui concerne le fort déterminisme génétique de ce caractère. Il est intéressant de noter que la variable "cut out estimé" a une composante héréditaire.

Tab. 7.- Estimation des variances : variables de mensuration

Variance	RE	RT	NNSB	NBV	NBF	COe
Q (C)	1,71 **	10023 **	0,00 ^{ns}	0,16 **	0,04 ^{ns}	0,24 **
S ² _{BL}	1,02 **	4238 ^{ns}	-	0,05 *	0,26 ^{ns}	0,00 ^{ns}

RE : rendement à l'égrenage ; RT : récolte totale ; NNSB : nombre de nœuds sans branche au dessus du nœud cotylédonaire ; NBV : nombre de branches végétatives ; NBF : nombre de branches fructifères ; COe : cut-out estimé.

Q (C) = variance inter croisements (effet fixé) ; S²_{BL} = variance inter lignées ; S²_{WL} = variance intra lignée ; les effets Q (C) et S²_{BL} suivis d'un ou deux astérisques sont significativement différents de 0 au seuil 0,05 ou 0,01

3.2.2 Sites de floraison

Les variables de floraison sont très discriminantes entre les croisements, en particulier l'indice de compétition, mais jamais entre les lignées (tab 8).

Tab. 8.- Estimation des variances : variables de floraison

Variance	SBV	SBF	SP1	D 50%	SBV %	Ic
Q (C)	8,3 **	11,1 **	4,93 **	0,03 **	18,4 **	4,29 **
S ² _{BL}	2,9 ^{ns}	1,7 ^{ns}	-	0,01 ^{ns}	5,1 ^{ns}	-

SBV : nombre de sites floraux sur les branches végétatives ; SBF : nombre de sites floraux sur les branches fructifères ; SP1 : pourcentage des sites de branche fructifère en position 1 ; D 50% : nombre de diagonales représentant 50% des sites ; SBV : pourcentage des sites sur branches végétatives ; Ic : indice de compétition.

3.2.3 Capsules

De nouveau, les effets croisements sont plus forts que les effets lignées à l'intérieur des croisements. Seule, la proportion de capsules portée par les branches végétatives permet de discriminer aussi bien les croisements que les lignées (tab. 9).

Tab. 9.- Estimation des variances : variable de production de capsules

Variance	CBV	CBF	CP1	C10P1	%CBV	If
Q (C)	0,19 *	1,64 **	5,69 **	22,64 **	8,10 **	13,36 **
S ² _{BL}	-	0,43 ^{ns}	1,49 ^{ns}	5,64 ^{ns}	5,99 **	2,57 ^{ns}

CBV : nombre de capsules portées par les branches végétatives ; CBF : nombre de capsules portées par les branches fructifères ; CP1 : pourcentage de capsules en position 1 de branche fructifère ; C10P1 : pourcentage de capsules en position 1 sur les 10 premières branches fructifères ; %CBV : pourcentage de capsules portées par les branches végétatives ; If : indice de fructification.

3.2.4 Rétention

Dans le groupe considéré, l'effet "lignées à l'intérieur des croisements" est significatif pour le taux de rétention sur les branches fructifères et, en particulier, sur les sites du bas (tab. 10).

La variance inter croisements est significative pour la rétention sur les branches végétatives, en position 1 et sur les sites tardifs. Les deux facteurs de variation ne sont jamais significatifs en même temps.

Tab. 10.- Estimation des variances : variables de rétention

Variance	RBV	RBF	RP1	RP1eff	R50%Sb	R50%Sh
Q (C)	2,20 *	0,53 ^{ns}	2,81 *	-	-	5,80 **
S ² _{BL}	-	4,03 **	3,67 ^{ns}	4,73 ^{ns}	7,96 *	1,94 ^{ns}

RBV : pourcentage de sites sur les branches végétatives ayant produit des capsules ; RBF : pourcentage de sites sur les branches fructifères ayant produit des capsules ; RP1 : pourcentage de sites en position 1 de branche fructifère ayant produit des capsules ; RP1eff : pourcentage des sites en première position des branches fructifères utiles ayant produit des capsules ; R50%Sb : taux de rétention sur la moitié inférieure des sites ; R50%Sh : taux de rétention sur la moitié supérieure des sites.

3.3 Paramètres génétiques

3.3.1 Mensurations

On retrouve pour le nombre de branches végétatives ou pour le nombre de branches fructifères portant des capsules des valeurs proches de celles déjà estimées précédemment (Lançon *et al*, 1999 et 2000a). Le numéro de la dernière branche fructifère portant une capsule, non indiquée dans le tableau, a une héritabilité voisine de celle de Nbfc.

Par contre, seuls les croisements peuvent servir de base de sélection pour le *cut out* estimé.

Dans la population considérée, le nombre de nœuds sans branches confirme n'avoir aucune composante génétique.

Tab. 11.- Héritabilité de variables de mensurations

Critère	NNSB	NBV	NBF	NBFC	DBFC	Coe
h^2_N	-	0,34	0,17	0,29	0,26	0,00
CV_A	n.a.	0,13	0,04	0,09	0,07	n.a.
$Q(C) / s^2_{BL}$	n.a.	1,63	0,16	0,76	1,31	86,11

NNSB : nombre de nœuds sans branche au dessus du nœud cotylédonaire ; *NBV* : nombre de branches végétatives ; *NBF* : nombre de branches fructifères ; *NBFC* : nombre de branches fructifères portant une capsule ; *DBFC* : numéro de la dernière branche fructifère portant une capsule ; *Coe* : cut-out estimé.

h^2_N = héritabilité au sens étroit ; CV_A = rapport de la racine de la variance additive à la moyenne.

Les estimations négatives ont été remplacées par un tiret.

3.3.2 Sites fructifères

Si le pourcentage de sites sur les branches végétatives a une héritabilité intéressante, les autres variables, en particulier celles qui sont calculées, ont une héritabilité faible à très faible (tab 12).

Tab. 12.- Héritabilité de variables de Sites

Critère	SBV	SBF	%SP1	D 50%	%SBV	Ic
h^2_N	0,15	0,06	-	0,05	0,31	-
CV_A	0,10	0,04	n.a.	0,02	0,09	n.a.
$Q(C) / s^2_{BL}$	3,01	6,17	n.a.	5,52	3,58	n.a.

Sur BV : nombre de sites floraux sur les branches végétatives ; *Sur BF* : nombre de sites floraux sur les branches fructifères ; *En P1* : pourcentage des sites de branche fructifère en position 1 ; *D 50%* : nombre de diagonales représentant 50% des sites ; *SBV* : pourcentage des sites sur branches végétatives ; *Ic* : indice de compétition.

3.3.3 Capsules

Les variables de dénombrement de capsules (CBF, CBV) ou de répartition (If, %CP1) sont faiblement à très peu héréditaires. Elles n'ont probablement qu'un intérêt très limité pour la sélection (tab 13).

Tab. 13.- Héritabilité de variables de Capsules

Critère	CBV	CBF	%CP1	%C10P1	%CBV	If
h^2_N	-	0,12	0,04	0,12	0,13	0,13
CV_A	n.a.	0,07	0,03	0,07	0,14	0,03
$Q(C) / s^2_{BL}$	n.a.	3,83	3,81	4,02	1,35	5,21

Sur BV : nombre de capsules portées par les branches végétatives ; Sur BF : nombre de capsules portées par les branches fructifères ; En P1 : pourcentage de capsules en position 1 de branche fructifère ; 10P1 : pourcentage de capsules en position 1 sur les 10 premières branches fructifères ; CBV : pourcentage de capsules portées par les branches végétatives ; If : indice de fructification.

3.3.4 Rétention

Le pourcentage de capsules retenues par les branches fructifères présente une héritabilité relativement élevée (0,3). La composante génétique intra croisement est plus importante sur les floraisons précoces que tardives, pour lesquelles la composante inter croisements est dominante (tab. 14).

Tab. 14.- Héritabilité de variables de Rétention

Critère	Sur BV	Sur BF	En P1	Sites précoces	Sites tardifs
h^2_N	-	0,31	0,11	0,27	0,17
CV_A	n.a.	0,10	0,06	0,10	0,10
$Q(C) / s^2_{BL}$	n.a.	0,13	0,77	n.a.	3,00

Sur BV : pourcentage de sites sur les branches végétatives ayant produit des capsules ; Sur BF : pourcentage de sites sur les branches fructifères ayant produit des capsules ; En P1 : pourcentage de sites en position 1 de branche fructifère ayant produit des capsules ; Sites précoces : taux de rétention sur la moitié inférieure des sites ; Sites tardifs : taux de rétention sur la moitié supérieure des sites.

4 Discussion

Pour la sélection de lignées, on peut retenir que seules quatre variables de *plant mapping* ont une héritabilité suffisante pour être utilisables : le nombre de branches végétatives, qu'on connaît déjà, et le nombre de branches fructifères portant au moins une capsule, qui est un caractère plus original. Les variables de rétention au niveau de la plante entière ou de ses sites précoces sont trop difficiles à mesurer pour être exploitables.

Par contre, on peut s'appuyer sur des variables plus nombreuses pour sélectionner des descendances entières : le nombre de branches végétatives, le nombre de capsules sur branches fructifères ou leur concentration sur les sites précoces, le taux de rétention sur les sites tardifs.

Il reste néanmoins à confirmer que ces variables ont une relation nette avec la réalisation du rendement (Lançon *et al.*, 2000b).

5 Références

Lançon, J., Sêkloka, E., Hougni, A., Djaboutou, M., 1999.- Evaluation précoce en F3 : analyse d'une expérience. *Actes des JCJ00*, Montpellier, 20-24 juillet 1999, 93-123.

Lançon, J., Sêkloka, E., Hougni, A., Djaboutou, M., 2000a.- Evaluation précoce de croisements : synthèse de deux années d'expérimentation. *Actes des JCJ00*, Montpellier, 17-21 juillet 2000, à paraître.

Lançon, J., Sinha, M., Sekloka, E., Djaboutou, M., 2000b.- Application du *plant mapping* à la description de variétés. *Actes des JCJ00*, Montpellier, 17-21 juillet 2000, à paraître.

Lançon, J., Sêkloka, E., Hougni, A., Djaboutou, M., Cilas, C., Gallais, A., 2000c.- Guide de l'évaluation précoce de croisements : application à la sélection du cotonnier. *Cirad-Ca*, Coll. Documents de travail, Montpellier, en préparation.

Sêkloka, E., Hougni, A., Djaboutou, M., Lançon, J., 2000.- Caractérisation d'essais variétaux multilocaux par *plant mapping final*. *Actes des JCJ00*, Montpellier, 17-21 juillet 2000, à paraître.